

engl. equivalent = US 2005 067134 A1

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
26. Juni 2003 (26.06.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/051560 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B22D 41/08**

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): **VOEST-ALPINE INDUSTRIEANLAGEN-BAU GMBH & CO** [AT/AT]; Turmstrasse 44, A-4020 Linz (AT).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/13687

(22) Internationales Anmeldedatum:
4. Dezember 2002 (04.12.2002)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BRUMMAYER, Markus** [AT/AT]; Löwengarten 11, A-4082 Aschach/Donau (AT). **ECKERSTORFER, Gerald** [AT/AT]; Hugo-Wolf-Strasse 31, A-4020 Linz (AT). **HOHENBICHLER, Gerald** [AT/AT]; Mohnstrasse 3, A-4484 Kronstorf (AT). **HÖDL, Heinz** [AT/AT]; Burgwallstrasse 7a, A-4060 Leonding (AT). **MÖRWALD, Karl** [AT/AT]; Im Aichetfeld 17, A-4490 St. Florian (AT).

(25) Einreichungssprache: Deutsch

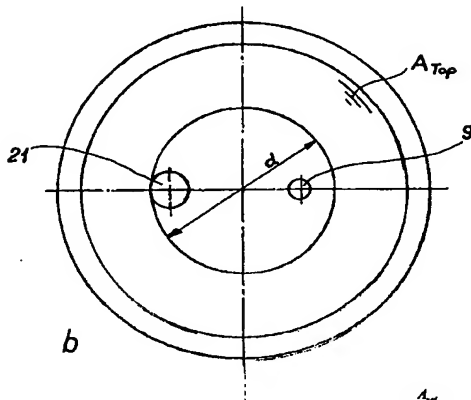
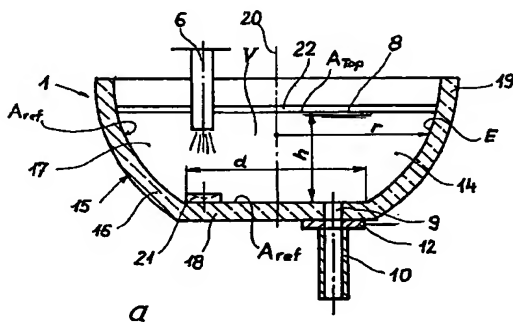
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 1961/2001 14. Dezember 2001 (14.12.2001) AT

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: TUN DISH AND METHOD FOR PRODUCTION OF A METAL STRIP OF HIGH PURITY

(54) Bezeichnung: ZWISCHENGEFÄSS UND VERFAHREN ZUR HERSTELLUNG EINES METALLSTRANGES HOHER REINHEIT



$$\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{1}{3}}}$$

(57) Abstract: The aim of the invention is a separation rate of foreign particles which is as high as possible in a tundish with a minimised production of inclusions. Said aim is achieved, whereby the lined interior of the tundish (1), depending on an operating bath level (h), fills the condition that a dimensionless relationship (κ) between the lined surface (A_{ref}) and the filling volume (V), defined by said lined surface and the free surface (A_{Top}), dependent on the bath level derived from the relationship in formula (I), lies between 3.83 and 4.39.

(57) Zusammenfassung: Um in einem Zwischengefäß eine möglichst hohe Abscheiderate an Fremdpartikel bei zugleich minimierter Produktion von Einschlüssen zu erreichen, wird vorgeschlagen, dass der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes (1) in Abhängigkeit von einer Betriebs-Badspiegelhöhe (h) die Bedingung erfüllt, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zum von dieser ausgemauerten Oberfläche und der badspiegelhöhenabhängigen freien Oberfläche (A_{Top}) umgrenztes Füllvolumen (V), welches sich aus der Beziehung Formel (I) ergibt, zwischen 3,83 und 4,39 liegt.

WO 03/051560 A2



(74) **Anwalt:** VA TECH PATENTE GMBH & CO;
Stahlstrasse 21a, A-4031 Linz (AT).

(81) **Bestimmungsstaaten (national):** AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(84) **Bestimmungsstaaten (regional):** ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

— ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Zwischengefäß und Verfahren zur Herstellung eines Metallstranges hoher Reinheit:

Die Erfindung betrifft ein Zwischengefäß mit einer feuerfesten Auskleidung für die Herstellung und Überleitung von Metallschmelze hoher Reinheit von einer Gießpfanne in die Kokille einer Stranggießanlage, sowie ein Verfahren zur Herstellung eines Metallstranges hoher Reinheit mit einer Stranggießanlage.

Beim Metallstranggießen, insbesondere beim Stranggießen von Stahl, wird zwischen der Gießpfanne und der Stranggießkokille üblicherweise ein Zwischengefäß eingesetzt, um Schwankungen in der Schmelzenzufuhr und bei der Abzugsgeschwindigkeit des Metallstranges aus der Stranggießanlage auszugleichen. Speziell beim Sequenzgießen ist es notwendig, eine ausreichend große Menge an Metallschmelze im Zwischengefäß vorrätig zu haben, um die Zeitspanne des Pfannenwechsels zu überbrücken.

Die Überleitung der Schmelze vom Zwischengefäß in die Kokille einer Stranggießanlage erfolgt üblicherweise durch eine Abflussöffnung im Zwischengefäßboden, dem ein regelbares Verschlussorgan, wie ein Schieber oder ein Stopfen, zugeordnet ist und im weiteren durch ein Tauchgießrohr oder eine Gießdüse. Die Kokille kann von unterschiedlichster Bauart sein, beispielsweise eine oszillierende Rohr- oder Plattenkokille, eine von einer einzelnen Gießwalze oder von zwei zusammenwirkenden Gießwalzen und Seitenplatten gebildeten Kokille oder eine von umlaufenden Bändern oder Raupen gebildete Kokille.

Bei mehrsträngigen Gießanlagen ist dieses Zwischengefäß als Verteilergefäß ausgebildet und versorgt über mehrere Schmelzenauslässe mehrere nebeneinander angeordnete Stranggießkokillen. Bei zweisträngigen Gießanlagen sind V-förmige Verteilergefäße bekannt.

Das Zwischengefäß dient üblicherweise weiters der Beruhigung der von der Gießpfanne zufließenden Metallschmelze und soll während der Verweildauer der Metallschmelze im Zwischengefäß die Abscheidung von Schlackepartikeln und sonstigen nichtmetallischen Einschlüssen ermöglichen. Um dies in ausreichendem Umfang sicherzustellen, wird das Fließverhalten der Metallschmelze häufig auch durch strömungsleitende Einbauten im

Zwischengefäß gezielt beeinflusst. Derartig ausgeformte trogförmig Zwischengefäße sind beispielsweise aus der EP-B 804 306 und der EP-A 376 523 bereits bekannt.

Betrachtet man das Strömungs- und Temperaturverhalten in einem trogförmigen Zwischengefäß, wie er seit Jahrzehnten bei konventionellen Stahlherstellungsverfahren und Stranggießanlagen angewendet wird, genauer, so wird flüssiger Stahl aus der Gießpfanne über ein Schattenrohr in ein Verteiler- oder Zwischengefäß eingebracht. Der induzierte Stahlstrahl strömt in Richtung Zwischengefäßboden und trifft dort auf den flachen Boden der Zwischengefäßes oder eine Einrichtung zur Strömungsumlenkung, welche den Flüssigkeitsstrahl in Richtung Badspiegeloberfläche umlenkt und durch Dissipation kinetische Energie entzieht. Im Einlassbereich gelangt die Strömung meist wieder an die Badspiegeloberfläche, wandert entlang dieser und taucht entlang der schmalen Rückwand und entlang der Seitenwände des trogförmigen Zwischengefäßes wieder ab. Dadurch werden je nach Gefäßform im wesentlichen zwei gegendrehende Rezirkulationswalzen (Aufwärtsströmung in Längs-Mittelschnitt) induziert, welche in Richtung Auslassöffnung wandern. Die Stahltemperatur sinkt durch Wärmeverlust über die Seitenwände und die Badspiegeloberfläche in Richtung zur Auslassöffnung hin ab, wobei der Temperaturverlust zwischen Zufuhr- und Auslassstelle vom Durchsatz abhängig ist.

Die möglichst effizient abzuscheidenden Fremdstoffe in der Metallschmelze stammen einerseits aus dem Stahlerzeugungsprozess und werden bei der Überleitung der Metallschmelze aus der Gießpfanne in das Zwischengefäß gespült. Andererseits werden auch im Zwischengefäß selbst Fremdstoffe in die Metallschmelze eingetragen. Diese stammen aus dem feuerfesten Ausmauerungsmaterial des Zwischengefäßes bzw. aus der meist verwendeten Flüssigstahl-Abdeckschlacke und werden einerseits durch mechanische Erosion infolge von Wandschubspannungen oder durch chemische Erosion infolge von Reoxidationsprozessen abgetragen und eingeschwemmt. Andererseits entstehen Schlackeneinschlüsse durch Resuspension wegen hoher Badspiegelgeschwindigkeiten und erhöhter Oberflächenturbulenzen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, die geschilderten Nachteile zu vermeiden und ein Zwischengefäß und ein Verfahren zur Herstellung eines Metallstranges vorzuschlagen, bei dem der Partikel-Neueintrag in die Metallschmelze innerhalb des Zwischengefäßes minimiert und insgesamt eine möglichst hohe

Abscheiderate aller in der Metallschmelze enthaltenen Einschlüsse erzielt wird und so der Kokille eine Schmelze mit möglichst hoher Reinheit zugeführt wird.

Diese Aufgabe wird bei einem erfindungsgemäßen Zwischengefäß mit einer feuerfesten Ausmauerung dadurch gelöst, dass ein ausgemauerter Innenraum des Zwischengefäßes in Abhängigkeit von einer Betriebs-Badspiegelhöhe (h) die Bedingung erfüllt, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der von der Metallschmelze benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zum von dieser ausgemauerten Oberfläche und der badspiegelhöhenabhängigen freien Oberfläche (A_{Top}) umgrenztes Füllvolumen (V),

welches sich aus der Beziehung $\kappa = \frac{A_{\text{ref}}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$ ergibt, zwischen 3,83 und 4,39 liegt.

Vorzugsweise liegen diese Werte für das dimensionslose Verhältnis κ zwischen 3,83 und 4,2.

Das dimensionslose Verhältnis κ , welches einen volumetrischen Benetzungsgrad definiert, lässt erkennen, dass die Kontaktfläche zwischen Ausmauerung und Metallschmelze in Relation zur Menge der im Zwischengefäß vorrätigen Metallschmelze möglichst klein gehalten werden soll. Gleichzeitig darf jedoch nicht unberücksichtigt bleiben, dass für eine maximale Partikelabscheidung eine entsprechende Abscheidefläche notwendig ist. Analysen verschiedenster Zwischengefäßformen haben ergeben, dass optimale Partikelabscheideraten mit Gefäßformen erreicht werden können, bei denen das Verhältnis κ im beanspruchten Bereich liegt. Die angegebenen

Bereichsgrenzen ergeben sich aus der Geometrie einer Halbkugel ($\kappa = \frac{2 \cdot \pi}{\left(\frac{2}{3} \pi\right)^{\frac{2}{3}}} \cong 3,83$)

und der Geometrie eines stehenden Kreiszylinders, bei dem der Radius der kreisförmigen Grundfläche gleich der Höhe des Zylinders ist ($\kappa = 3\pi^{1/3} \cong 4,39$).

Eine hohe Partikelabscheidung stellt sich ein, wenn zusätzlich der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes in Abhängigkeit von der Betriebs-Badspiegelhöhe (h) der Bedingung genügt, dass das Verhältnis (ζ) der freien Oberfläche (A_{Top}) zur von der Metallschmelze benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zwischen 0,45 und 1,0 liegt. Das dimensionslose Verhältnis ζ , welches die freie Oberfläche, die als Partikel-Abscheidungsfläche wirkt, in Relation setzt zur benetzten Ausmauerungsfläche, die als

Partikel-Erzeugungsfläche wirkt, lässt erkennen, dass beim bevorzugten Bereich ein Ausgleich in den gegensätzlichen Wirkungen auftritt. Eine günstige Partikelabscheiderate stellt sich bei einem Verhältnis ζ zwischen 0,5 und 0,8 ein.

Die oben ermittelten κ - und ζ -Werte berücksichtigen keine zusätzlichen Zwischengefäß-Einbauten, wie Strömungsumlenker, Wehre etc.

Zur Sicherung einer hohen Partikelabscheidung ist es zweckmäßig, dass die Betriebs-Badspiegelhöhe zwischen 0,5 m und 1,5 m beträgt.

Die Anforderung an eine hohe Partikelabscheidung aus der Metallschmelze im Zwischengefäß wird beim Sequenzguss auch während der Phase des Pfannenwechsels sicher gewährleistet, wenn das Füllvolumen des Innenraumes des Zwischengefäßes mindestens die 5-fache, vorzugsweise mindestens die 7-fache Metallschmelzenmenge enthält, die im Regelbetrieb je Minute vergossen wird.

Um günstige Abscheideraten zu realisieren, beträgt das Füllvolumen des Innenraumes des Zwischengefäßes mindestens 0,75m³, vorzugsweise jedoch mindestens 1,0 m³. Damit ist bei Gießraten von 60 bis 100 t Stahl/h bereits eine ausreichende Verweildauer der Schmelze im Zwischengefäß gewährleistet. Für höhere Gießraten sind höhere Mindestvolumina zu empfehlen.

Die erfindungsgemäß beanspruchten möglichen Ausformungen eines Zwischengefäßes vereinen folgende gegensätzlichen Anforderungen:

- eine maximale Partikelabscheidungsrate, die eine möglichst große Abscheidungsfläche bzw. Badspiegeloberfläche impliziert,
- eine minimale mit Metallschmelze benetzte Angriffsfläche aus Feuerfestmaterial, die die Entstehung von zusätzlichen Einschlüssen minimiert,
- eine Minimierung der Badspiegelgeschwindigkeiten und Oberflächenturbulenzen, durch die die Entstehung von Schlackeneinschlüssen reduziert wird,
- eine minimale Absenkung des Badspiegels bei stationärem Betriebsverhalten, wie beispielsweise Sequenzguss,
- eine Reduzierung der Wärmeverluste im Vergleich zu konventionellen Zwischengefäßen nach dem Stand der Technik,

- ermöglicht einen Kurzschlussbetrieb, d. h. ein überwiegender Teil der Metallschmelze durchströmt das Zwischengefäß auf möglichst kurzem Weg zwischen Schmelzenzulauf und Auslassöffnung.

Bevorzugte Formen des Zwischengefäßes ergeben sich, wenn der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse rotierenden Erzeugenden gebildet ist. Dadurch entstehen rotationssymmetrische Gefäßinnenräume.

Die optimale Form, die für ein gegebenes Zwischengefäßvolumen eine maximale Oberfläche zur Abscheidung von Einschlüssen in die badbedeckende Schlacke besitzt und zugleich eine minimale, mit Metallschmelze benetzte, Angriffsfläche für mechanische und chemische Erosion bildet, ist von einer Halbkugel bzw. einem Halbkugelsegment gebildet. Für die Halbkugelsegmentform lässt sich ein allgemein gültiger Zusammenhang für das theoretisch ideale Flächenverhältnis von Badspiegeloberfläche zu benetzter Feuerfestausmauerung angeben:

$$\zeta = \frac{1}{1 + \left(\frac{h}{R}\right)^2} \quad \text{mit} \quad h/R \leq 1$$

wobei h der Betriebs-Badspiegelhöhe und R dem Badspiegelradius entspricht.

Für den Fall $h/R = 1$ liegt eine Halbkugelgeometrie vor und es gilt $\zeta = 0,5$. Verringert man z.B. das Verhältnis h/R auf 0,6, so vergrößert sich bei gleichbleibendem Verteilervolumen das Verhältnis von Badspiegelfläche zu der mit Flüssigstahl benetzten Ausmauerungsfläche auf $\zeta = 0,73$. Wählt man für ein bestimmtes Zwischengefäßvolumen daher eine Kugelsegmentgeometrie ($h/R < 1$), so ist mit einer zusätzlichen Steigerung der Reinigungswirkung zu rechnen.

Weitere mögliche Formen ergeben sich, wenn der ausgemauerte Innenraum des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse rotierenden Erzeugenden mit wechselndem, vorzugsweise harmonisch pulsierendem Abstand (r) von der vertikalen Gefäßachse gebildet ist. Damit sind normal zur vertikalen Gefäßachse elliptische Querschnitte, aber auch Querschnitte mit einer beliebig anderen Außenkontur, beispielsweise ein quadratischer Querschnitt mit großen Ausrundungsradien oder polygonale Querschnitte möglich.

Günstige Formen für das Zwischengefäß ergeben sich, wenn das Zwischengefäß zumindest abschnittsweise einen halbkugelförmigen, kegelstumpfförmigen, drehparaboloidförmigen oder zylinderförmigen Innenraum aufweist und hierbei der Querschnitt des Zwischengefäß-Innenraumes in einer normal zur vertikalen Gefäßachse gelegten Schnittebene zumindest abschnittsweise kreisförmig oder elliptisch ausgebildet ist.

Um den gesamten Innenraum des Zwischengefäßes für die Partikelabscheidung optimal nutzen zu können, ist für die Schmelzenzufuhr ein in das Zwischengefäß ragendes Tauchrohr vorgesehen, am Zwischengefäßboden unterhalb des Tauchrohres ein Strömungslenker und die Auslassöffnung an einem vom Strömungslenker beabstandeten und mindestens den halben Bodendurchmesser entfernten Stelle des Zwischengefäßbodens angeordnet.

Insbesondere im Fall, wenn durch das erfindungsgemäße Zwischengefäß mehrere nebeneinander angeordnete Strangadern einer Stranggießanlage mit Schmelze zu versorgen sind und die Schmelze somit auf mehrere Kokillen zu verteilen ist, umfasst das Zwischengefäß ein Schmelzen-Zuführbecken und mindestens ein Schmelzen-Ableitbecken, wobei jedes Schmelzen-Ableitbecken durch einen Transportkanal, vorzugsweise einen Überlauf, vom Schmelzen-Zuführbecken getrennt ist und jedes Schmelzen-Ableitbecken einen Innenraum des Zwischengefäßes begrenzt. Diese Art eines Zwischengefäßes, bei dem die Schmelze zwei hintereinander gereichte Becken durchfließt, wird der Bereich der Schmelzenzufuhr aus der Gießpfanne vom Bereich der Schmelzenableitung in die Kokille nicht nur räumlich sondern auch baulich getrennt und somit eine zusätzliche Kontinuität im Strömungsverhalten ermöglicht. Der Verbindungsbereich zwischen Schmelzen-Zuführbecken und Schmelzen-Ableitbecken kann durch einen Überlauf erfolgen oder durch einen Transportkanal, der auch unterhalb des Badspiegels angeordnet sein kann. Die vorstehend beschriebenen geometrischen Bedingungen für die Ausgestaltung des Innenraumes muss zumindest vom Schmelzen-Ableitbecken erfüllt sein. Zu einer Verringerung des Fremdstoffeintrages aus der Ausmauerung des Zwischengefäßes wird zusätzlich beigetragen, wenn das Schmelzen-Zuführbecken einen Innenraum des Zwischengefäßes begrenzt und die Bedingungen des dimensionslosen Verhältnisses (κ) und gegebenenfalls zusätzlich auch des dimensionslosen Verhältnisses (ζ) erfüllt. Dem Schmelzen-Zuführbecken ist ein

Strömungslenker und dem Schmelzen-Ableitbecken ist zumindest eine Auslassöffnung zugeordnet.

Zur leichten Manipulation des erfindungsgemäßen Zwischengefäßes, insbesondere dessen Vorbereitung auf den Guss und dessen genaue Positionierung über der Kokillenöffnung, ist das Zwischengefäß auf einem vorzugsweise Hub- und/oder Kippeinrichtungen aufweisenden Verteilerwagen abgestützt, der einen Fahrtrieb aufweist und auf einer Fahrbahn zwischen einer Betriebsposition und einer Warteposition verfahrbar ausgebildet ist.

Die beschriebenen Vorteile und Effekte stellen sich auch bei einem Verfahren zur Herstellung eines Metallstranges, vorzugsweise eines Stahlstranges, hoher Reinheit mit einer Stranggießanlage ein, bei dem Metallschmelze von einer Gießpfanne in ein Zwischengefäß und von diesem in eine Stranggießkokille geleitet wird, wobei ein Schmelzenvolumen (V) einer im ausgemauerten Innenraum des Zwischengefäßes enthaltenen Metallschmelze in Abhängigkeit von der jeweiligen Betriebs-Badspiegelhöhe (h) so eingestellt wird, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der von der Metallschmelze gebildeten Kontaktoberfläche (A_{ref}) zum von der von der Metallschmelze gebildeten Kontaktoberfläche (A_{ref}) und der badspiegelabhängigen freien Oberfläche

(A_{Top}) umgrenzten Schmelzenvolumen (V), welches sich aus der Beziehung $\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$

ergibt, zwischen 3,83 und 4,39 liegt. Vorzugsweise liegt dieses dimensionslose Verhältnis (κ) bei Werten zwischen 3,83 und 4,2.

Ein hoher Reinheitsgrad der Schmelze für den nachfolgenden Gießprozess wird erreicht, wenn zusätzlich ein Schmelzenvolumen (V) der im Innenraum enthaltenen Metallschmelze so eingestellt wird, dass das Verhältnis (ζ) der von der Metallschmelze gebildeten freien Oberfläche (A_{Top}) zu der von der Metallschmelze gebildeten Kontaktoberfläche (A_{ref}) zwischen 0,45 und 1,0, vorzugsweise zwischen 0,5 und 0,8, liegt.

Um günstige Abscheideraten und damit hohe Reinheit des Gussproduktes zu realisieren, wird die Betriebs-Badspiegelhöhe auf einen Wert zwischen 0,5 m und 1,5 m eingestellt. Das Schmelzenvolumen, welches sich im Innenraum des Zwischengefäßes befindet, wird hierbei auf mindestens 0,75m³, vorzugsweise mindestens 1,0 m³ eingestellt. Die

Anforderungen an eine hohe Partikelabscheidung wird beim Sequenzgießen auch während des Gießpfannenwechsels sicher gewährleistet, wenn das Schmelzenvolumen auf mindestens das 5-fache, vorzugsweise mindestens das 7-fache, der Metallschmelzenmenge eingestellt wird, die im Regelbetrieb je Minute vergossen wird.

Hierbei nimmt die Metallschmelze im wesentlichen einen von einer um eine vertikale Gefäßachse rotierenden Erzeugenden gebildeten Innenraum ein. Alternativ kann die Metallschmelze auch einen von einer um eine vertikale Gefäßachse rotierenden Erzeugenden mit wechselnden, vorzugsweise harmonisch pulsierenden Abstand (r) von der vertikalen Gefäßachse gebildeten Innenraum einnehmen.

Die Schmelzenzufuhr erfolgt unterhalb des Metallbadspiegels, um die schlackenbedeckte Abscheidefläche nicht zu stören und wird gezielt zum Schmelzenauslass geführt.

Das erfindungsgemäße Zwischengefäß kann auch im Kurzschlussbetrieb betrieben werden, wodurch insbesondere der Eintrag von Schadpartikel aus der Zwischengefäßausmauerung gering gehalten wird. Unter Kurzschlussbetrieb ist eine Verfahrensweise zu verstehen, bei welcher die aus der Gießpfanne in das Zwischengefäß bzw. den Innenraum eines Zwischengefäßes einfließende Metallschmelze dieses auf kurzem Weg durchströmt und durch die Austrittsöffnung des Zwischengefäßes oder es Innenraumes des Zwischengefäßes wieder ausfließt. Hierbei stellt sich ein Strömungsverlauf in diesem Innenraum ein, bei dem ein großer Anteil der zuströmenden Metallschmelze keinen Umwälzströmungen im Zwischengefäß unterliegt, sondern lediglich geringe Strömungsumlenkungen auf dem weitgehend direktem Weg vom Schmelzeneintritt zum Schmelzenaustritt erfährt. Dies wird beim beschriebenen Verfahren dadurch erreicht, dass der Horizontalabstand zwischen dem in das Schmelzenvolumen im wesentlichen vertikal eintretenden Metallschmelzenstrahles und dem aus dem Schmelzenvolumen im wesentlichen vertikal austretenden Metallschmelzenstrahles auf weniger als den halben Bodendurchmesser des Innenraumes eingestellt wird.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

- Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Stranggießanlage mit dem erfindungsgemäßen Zwischengefäß,
Fig. 2a, 2b das erfindungsgemäße Zwischengefäß in Grund- und Aufriss nach einer ersten Ausführungsform,
Fig. 3a, 3b das erfindungsgemäße Zwischengefäß in Grund- und Aufriss nach einer zweiten Ausführungsform,
Fig. 4a, 4b das erfindungsgemäße Zwischengefäß für eine zweisträngige Gießanlage in Grund- und Aufriss
Fig. 5 das erfindungsgemäße Zwischengefäß auf einem Verteilerwagen
Fig. 6 das erfindungsgemäße Zwischengefäß im Kurzschlussbetrieb.

Aus Fig. 1 ist die Anordnung eines erfindungsgemäßen Zwischengefäß 1 in seiner Betriebsposition zwischen einer Gießpfanne 2 und einer Kokille 3 in einer Stranggießanlage, die durch die Kokille 3 und den aus ihr ausgeführten Gussstrang 13 angedeutet ist, schematisch dargestellt. Die Gießpfanne 2 ist in Gabelarmen 4 eines Pfannendrehturmes abgesetzt, der durch die vertikale Drehturmachse 5 angedeutet ist. Durch ein Tauchgießrohr 6, welches an die Auslassöffnung 7 der Gießpfanne 2 anschließt und in das Zwischengefäß 1 ragt, fließt Metallschmelze aus der Gießpfanne 2 in das Zwischengefäß 1 und tritt dort unterhalb des Badspiegels 8 aus. Von hier wird die Metallschmelze durch eine Auslassöffnung 9 und ein weiteres Tauchgießrohr 10 in die Kokille 3 übergeleitet und tritt dort unterhalb des Kokillen-Badspiegels 11 aus. Der Schmelzendurchfluss im Tauchgießrohr 10 wird durch ein regelbares Verschlussorgan 12, beispielsweise einen Schieber, geregelt. In der gekühlten Kokille 3 erstarrt die Metallschmelze zu einem Gussstrang 13, der in einer nicht dargestellten Rollenführung einer Stranggießanlage kontinuierlich ausgeführt wird.

Das Zwischengefäß 1 besteht, wie die Fig. 2a und 2b zeigen, aus einer Stahlwanne 15, welche einen äußeren stabilen Gefäßrahmen bildet und einer feuerfesten Ausmauerung 16 als Isolationsschicht, deren innere Oberfläche die Kontaktfläche zur Metallschmelze 17 bildet und den Innenraum 14 des Zwischengefäßes formt. Vom Zwischengefäßboden 18 ragt die Zwischengefäßwand 19 um eine vertikale Gefäßachse 20 rotationssymmetrisch angeordnet nach oben und bildet einen kugelsegmentförmigen Innenraum 14. Der Innenraum 14 wird, geometrisch betrachtet, von einer um die vertikale Gefäßachse 20 rotierenden Erzeugenden E mit konstantem Abstand r gebildet. Am Zwischengefäßboden 18 ist in möglichst großem Abstand von der vertikalen Gefäßachse 20 ein

Strömungslenker 21 unterhalb des Tauchgießrohres 6 angeordnet. Am gegenüberliegenden Rand des Zwischengefäßbodens 18 befindet sich eine Auslassöffnung 9, an die, an der Stahlwanne 15 des Zwischengefäßes befestigt, ein als regelbarer Schieber ausgebildetes Verschlussorgan 12 und danach ein Tauchgießrohr 10 anschließt. Der Strömungslenker 21 und die Auslassöffnung 9 sind daher soweit als möglich voneinander entfernt.

Von der Metallschmelze 17 wird im Innenraum 14 des Zwischengefäßes 1 ein Füllvolumen (V) ausgefüllt, wobei die freie Oberfläche (A_{Top}) der Metallschmelze den Badspiegel 8 ausbildet, der sich auf der Betriebs-Badspiegelhöhe (h) befindet und von einer Schlackenschicht 22 bedeckt ist, in die aus der Metallschmelze kontinuierlich Fremdpartikel abgeschieden werden. Im Zwischengefäß 1 wird ein Teilbereich der Oberfläche der feuerfesten Ausmauerung 16 von Metallschmelze 17 benetzt und diese benetzte ausgemauerte Oberfläche (A_{ref}) ist besonders hoher thermischer Belastung und chemischer sowie mechanischer Erosion ausgesetzt. Aus der Ausmauerung 16 werden kontinuierlich Partikel in die Metallschmelze 17 ausgeschwemmt und mit der Schmelzenströmung am Übergang zur Schlackenschicht 22 an diese wieder abgegeben.

Die Fig. 3a und 3b zeigen eine weitere Ausführungsform eines möglichen Zwischengefäßes, bei dem jede normal zur vertikalen Gefäßachse 20 Querschnittsfläche, wie im Grundriss erkennbar, von einer Ellipse gebildet wird. Die Innenkontur ergibt sich geometrisch durch Rotation einer Erzeugenden (E) um die vertikale Gefäßachse 20, wobei der Radiusabstand (r) der Erzeugenden von der vertikalen Gefäßachse als Funktion des Drehwinkels (φ) variiert. Auch hier sind der Strömungslenker 21 und die Auslassöffnung 9 soweit als möglich voneinander entfernt, um günstige Strömungsverhältnisse im Innenraum 14 zu schaffen und eine hohe Partikel-Abscheiderate zu sichern.

Das Zwischengefäß kann auch von mehreren Aufnahmebecken für Metallschmelze gebildet sein. Die Fig. 4a und 4b zeigen in Grund- und Aufriss ein Zwischengefäß bzw. Verteilergefäß für eine zweisträngige Gießanlage, wobei die beiden Gießadern 23 durch strichlierte Linien angedeutet sind. Das Zwischengefäß ist im Grundriss V-förmig von drei zusammenhängenden Aufnahmebecken gebildet. Ein Schmelzen-Zuführbecken 25 ist zentral angeordnet und mit zwei Schmelzen-Ableitbecken 26 zu einer Baueinheit verbunden.

Im Schmelzen-Zuführbecken 25 ist ein Strömungslenker 21 in den Boden der feuerfesten Auskleidung eingelassen. Das Zwischengefäß ist hierbei, analog wie in Fig. 1 dargestellt, während des Betriebes so positioniert, dass der Tauchausguss 6 der Gießpfanne 2 genau über dem Strömungslenker 21 liegt. Jedes Schmelzen-Ableitbecken 26 ist am Gefäßboden von einer Auslassöffnung 9 durchsetzt, die im Gießbetrieb über der Kokille 3 positioniert ist. Das an die Auslassöffnung 9 anschließende Tauchgießrohr 10 ragt hierbei in den Formhohlraum der Kokille 3. Der Vertikalschnitt durch das Zwischengefäß entlang der Linie A-B zeigt einen von einer feuerfesten Ausmauerung gebildeten Überlauf 27 zwischen dem Schmelzen-Zuführbecken 25 und dem Schmelzen-Ableitbecken 26. Der Badspiegel 8 der Metallschmelze 17 überragt hierbei den Überlauf 27, sodass die im Schmelzen-Zulaufbecken 25 vorberuhigte Metallschmelze in langsamer Strömung in das Schmelzen-Ableitbecken 26 fließen kann und dort eine weitere Partikelabscheidung stattfinden kann, bevor die Metallschmelze durch die Auslassöffnung 9 in die Stranggießkokille 3 strömt. Sowohl das Schmelzen-Zuführbecken 25 als auch die beiden Schmelzen-Ableitbecken 26 bilden einen kugelsegmentförmigen Innenraum 14 aus.

Wie bereits bei konventionellen Stranggießanlagen üblich, ist das erfindungsgemäße Zwischengefäß, gleichermaßen wie konventionelle Zwischengefäße bisher, auf einen Verteilerwagen 30 mittels Hub- und/oder Kippeinrichtungen 31 höhenverstellbar und gegebenenfalls auch kippbar abgestützt und zwischen einer Betriebsposition, bei der das Tauchgießrohr in die Kokille ragt, und einer Wartungsposition, in der das Zwischengefäß aufgeheizt und für seinen Einsatz vorbereitet wird, zumeist schienengebunden auf einer Fahrbahn 32 verfahrbar (Fig. 5). Der Verteilerwagen 30 ist mit einem Fährantrieb 33 ausgestattet.

Das Zwischengefäß ist üblicherweise mit einem Deckel verschlossen, um eine Abkühlung der Schmelze durch Wärmestrahlung weitgehend zu vermeiden. Soweit notwendig, sind zusätzliche Einbauten im Zwischengefäß möglich, die die Schmelzenströmung günstig beeinflussen. Das Überleiten der Metallschmelze zwischen den benachbarten Schmelzenbecken kann auch unterhalb des Badspiegels der eingefüllten Schmelzen durch einen oder mehrere rohrförmige Transportkanäle erfolgen, wobei sich der Vorteil ergibt, dass die Schlackenschicht nur in sehr geringem Maße einer Strömungsbewegung unterliegt.

In Fig. 6 ist der weiter oben bereits beschriebene Kurzschlussbetrieb anschaulich am Zwischengefäß dargestellt. In das Zwischengefäß 1 strömt die Metallschmelze durch das Tauchgießrohr 6 der Gießpfanne in den Innenraum 14 und fließt auf kurzem Weg, der durch Strömungslinien 35 angedeutet ist, zur Auslassöffnung 9 und verlässt dort wieder das Zwischengefäß. Der Horizontalabstand H zwischen der in vertikaler Richtung in den Innenraum 14 eintretenden und ebenfalls wieder in vertikaler Richtung aus dem Innenraum 14 austretenden Metallschmelze ist hierbei geringer als der halbe Durchmesser d des Zwischengefäßbodens 18.

Ansprüche:

1. Zwischengefäß mit einer feuerfesten Ausmauerung (16) für die Herstellung und Überleitung von Metallschmelze, vorzugsweise Stahlschmelze, hoher Reinheit von einer Gießpfanne (2) in die Kokille (3) einer Stranggießanlage, dadurch gekennzeichnet, dass ein ausgemauert Innenraum (14) des Zwischengefäßes (1) in Abhängigkeit von einer Betriebs-Badspiegelhöhe (h) die Bedingung erfüllt, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der von der Metallschmelze (17) benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zum von dieser ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) und der badspiegelhöhenabhängigen freien Oberfläche (A_{Top}) umgrenztes Füllvolumen (V), welches sich aus der Beziehung $\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$ ergibt, zwischen 3,83 und 4,39 liegt.
2. Zwischengefäß nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das dimensionslose Verhältnis (κ) zwischen 3,83 und 4,20 liegt.
3. Zwischengefäß nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgemauerte Innenraum (14) des Zwischengefäßes in Abhängigkeit von der Betriebs-Badspiegelhöhe (h) der Bedingung genügt, dass das Verhältnis (ζ) der freien Oberfläche (A_{Top}) zur von der Metallschmelze benetzten ausgemauerten Oberfläche (A_{ref}) zwischen 0,4 und 1,0 liegt.
4. Zwischengefäß nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis (ζ) zwischen 0,5 und 0,8 liegt.
5. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebs-Badspiegelhöhe (h) im Zwischengefäß zwischen 0,5 m und 1,5 m beträgt.

6. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllvolumen (V) des Innenraumes (14) Zwischengefäßes mindestens 0,75 m³, vorzugsweise mindestens 1,0 m³ umfasst.
7. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Füllvolumen (V) des Innenraumes (14) des Zwischengefäßes mindestens die 5-fache, vorzugsweise mindestens die 7-fache Metallschmelzenmenge enthält, die im Regelbetrieb je Minute vergossen wird.
8. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgemauerte Innenraum (14) des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse (20) rotierenden Erzeugenden (E) gebildet ist.
9. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass der ausgemauerte Innenraum (14) des Zwischengefäßes im wesentlichen von einer um eine vertikale Gefäßachse (20) rotierenden Erzeugenden (E) mit wechselndem, vorzugsweise harmonisch pulsierendem Abstand (r) von der vertikalen Gefäßachse (20) gebildet ist.
10. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengefäß zumindest abschnittsweise einen halbkugelförmigen, kegelstumpfförmigen, drehparaboloidförmigen oder zylinderförmigen Innenraum (14) aufweist.
11. Zwischengefäß nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass der Querschnitt des Innenraumes (14) des Zwischengefäßes in einer normal zur vertikalen Gefäßachse (20) gelegten Schnittebene zumindest abschnittsweise kreisförmig oder elliptisch ausgebildet ist.
12. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass für die Schmelzenzufuhr ein in das Zwischengefäß (1) ragendes Tauchrohr (6) vorgesehen ist, dass am Zwischengefäßboden (18) unterhalb des Tauchrohres (6) ein Strömungslenker (21) angeordnet ist und dass die Auslassöffnung (9) an einem vom Strömungslenker (21) beabstandeten und mindestens den halben Bodendurchmesser (d) entfernten Stelle des Zwischengefäßbodens (18) angeordnet ist.

13. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengefäß (1) ein Schmelzen-Zuführbecken (25) und mindestens ein Schmelzen-Ableitbecken (26) umfasst, dass jedes Schmelzen-Ableitbecken (26) durch einen Transportkanal, vorzugsweise einen Überlauf (27), vom Schmelzen-Zuführbecken (25) getrennt ist und jedes Schmelzen-Ableitbecken (26) einen Innenraum (14) des Zwischengefäßes (1) begrenzt.
14. Zwischengefäß nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzen-Zuführbecken (25) einen Innenraum (14) des Zwischengefäßes begrenzt.
15. Zwischengefäß nach Anspruch 12 oder 13, dadurch gekennzeichnet, dass dem Schmelzen-Zuführbecken (25) ein Strömungslenker (21) und dem Schmelzen-Ableitbecken (26) eine Auslassöffnung (9) zugeordnet ist.
16. Zwischengefäß nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das Zwischengefäß auf einem vorzugsweise Hub- und/oder Kippeinrichtungen (31) aufweisenden Verteilerwagen (30) abgestützt ist, der einen Fahrtrieb (33) aufweist und auf einer Fahrbahn (32) zwischen einer Betriebsposition und einer Warteposition verfahrbar ausgebildet ist.
17. Verfahren zur Herstellung eines Metallstranges, vorzugsweise eines Stahlstranges, hoher Reinheit mit einer Stranggießanlage, wobei Metallschmelze von einer Gießpfanne (2) in ein Zwischengefäß (1) und von diesem in eine Stranggießkokille (3) geleitet wird, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schmelzenvolumen (V) einer im ausgemauerten Innenraum (14) eines Zwischengefäßes enthaltenen Metallschmelze (17) in Abhängigkeit von der jeweiligen Betriebs-Badspiegelhöhe (h) so eingestellt wird, dass ein dimensionsloses Verhältnis (κ) der von der Metallschmelze (17) gebildeten Kontaktoberfläche (A_{ref}) zum von dieser Metallschmelze gebildeten Kontaktoberfläche (A_{ref}) und der badspiegelabhängigen freien Oberfläche (A_{Top}) umgrenzten Schmelzenvolumen (V), welches sich aus der Beziehung $\kappa = \frac{A_{ref}}{(V)^{\frac{2}{3}}}$ ergibt, zwischen 3,83 und 4,39 liegt.

18. Verfahren nach Anspruch 17, dadurch gekennzeichnet, dass das dimensionslose Verhältnis (κ) zwischen 3,83 und 4,2 liegt.
19. Verfahren nach Anspruch 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass ein Schmelzenvolumen (V) der im Innenraum (14) enthaltenen Metallschmelze (17) so eingestellt wird, dass ein Verhältnis (ζ) der von der Metallschmelze gebildeten freien Oberfläche (A_{Top}) zu der von der Metallschmelze gebildeten Kontaktoberfläche (A_{ref}) zwischen 0,45 und 1,0 liegt.
20. Verfahren nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Verhältnis (ζ) zwischen 0,5 und 0,8 liegt.
21. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass die Betriebs-Badspiegelhöhe (h) auf einen Wert zwischen 0,5 m und 1,5 m eingestellt wird.
22. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzenvolumen (V) auf mindestens 0,75 m³, vorzugsweise mindestens 1,0 m³ eingestellt wird.
23. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass das Schmelzenvolumen (V) auf mindestens das 5-fache, vorzugsweise das 7-fache, der Metallschmelzenmenge eingestellt wird, die im Regelbetrieb je Minute vergossen wird.
24. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschmelze im wesentlichen einen von einer um eine vertikale Gefäßachse (20) rotierenden Erzeugenden (E) gebildeten Innenraum (14) einnimmt.
25. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschmelze im wesentlichen einen von einer um eine vertikale Gefäßachse (20) rotierenden Erzeugenden (E) mit wechselndem, vorzugsweise harmonisch pulsierenden Abstand (r) von der vertikalen Gefäßachse (20) gebildeten Innenraum (14) einnimmt.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass die Schmelzenzufuhr unterhalb des Metallbadspiegels (8) erfolgt und die Metallbadströmung gezielt zum Schmelzenauslass (9) geführt wird.
27. Verfahren nach einem der Ansprüche 17 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass zur Anwendung des Verfahrens im Kurzschlussbetrieb der Horizontalabstand (H) zwischen dem in das Schmelzenvolumen (V) im wesentlichen vertikal eintretenden Metallschmelzenstrahles und dem aus dem Schmelzenvolumen (V) im wesentlichen vertikal austretenden Metallschmelzenstrahles auf weniger als den halben Bodendurchmesser (d) des Innenraumes (14) eingestellt wird.

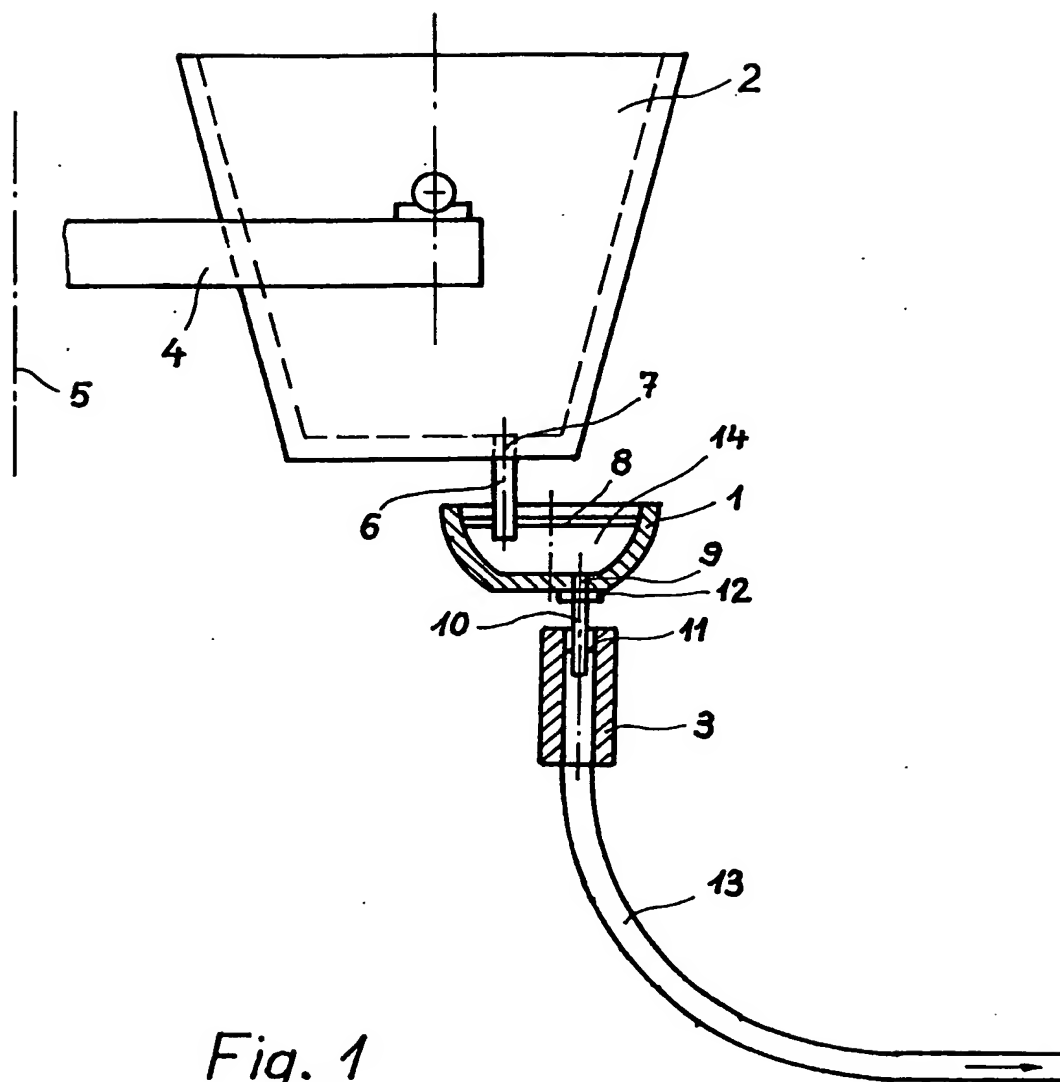


Fig. 1

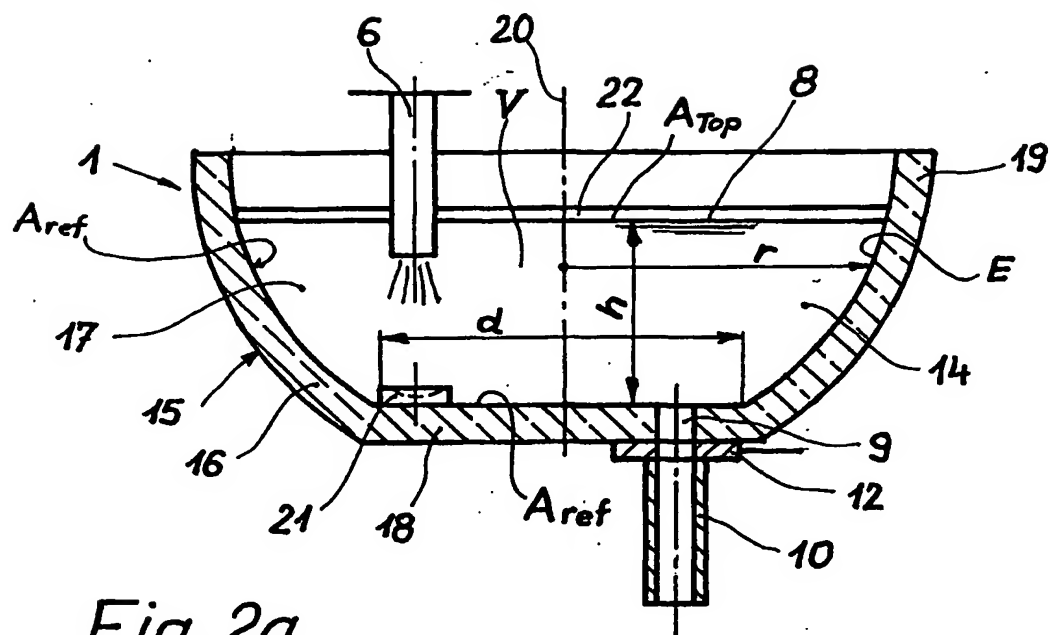


Fig. 2a

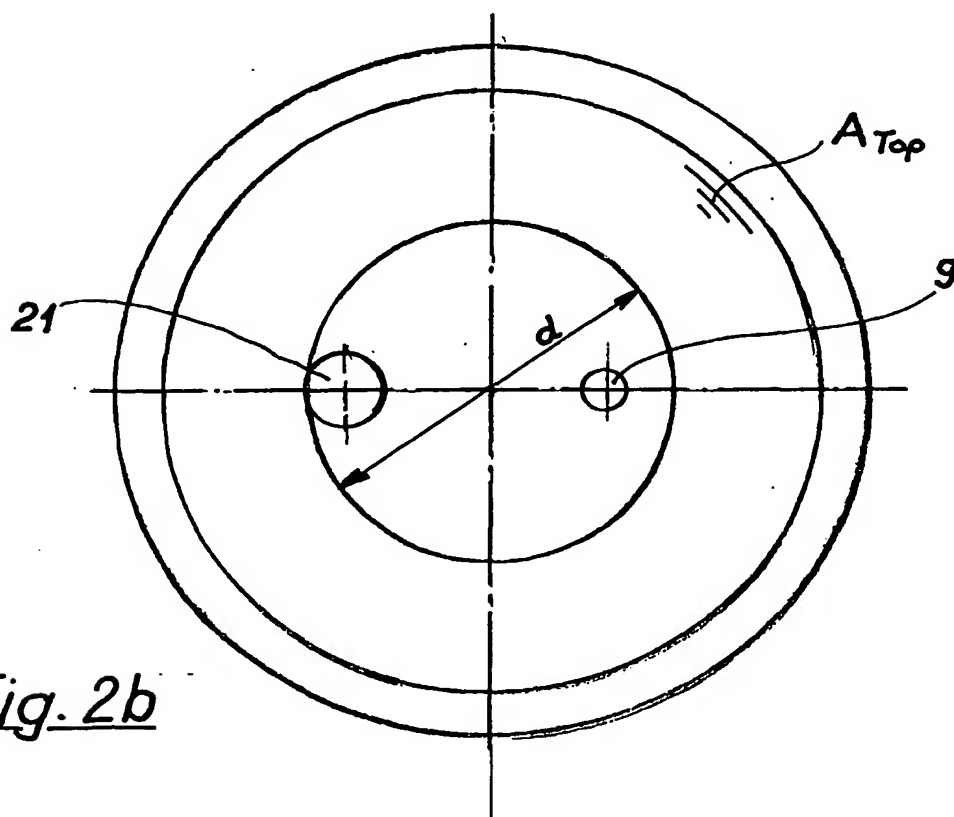


Fig. 2b

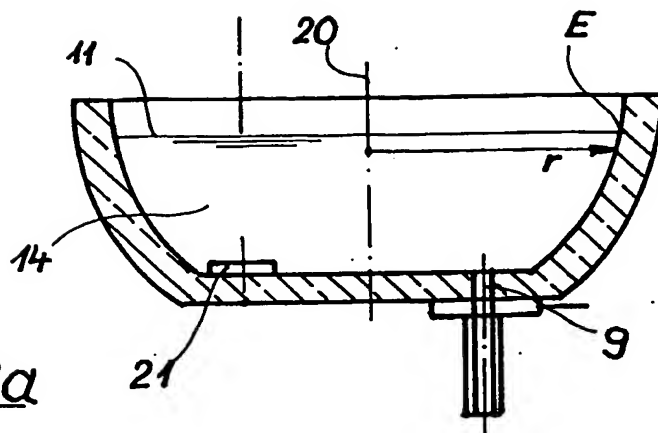


Fig. 3a

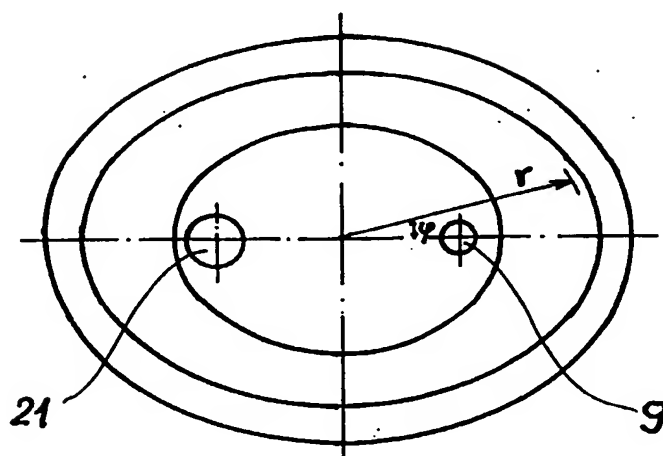


Fig. 3b

4/5

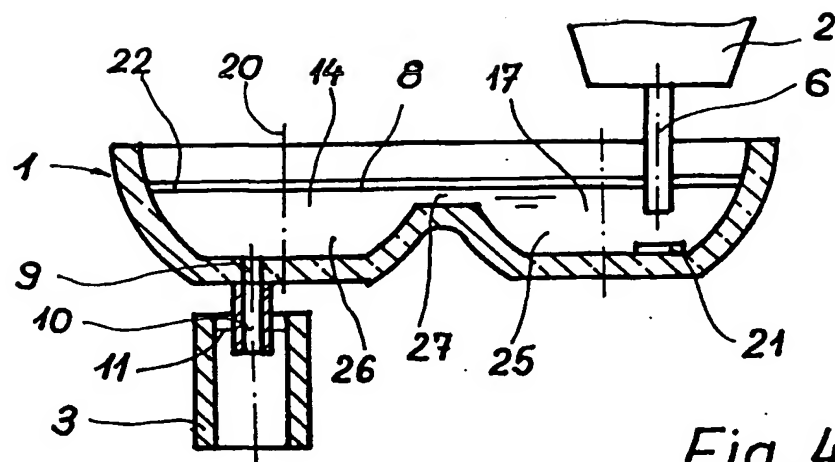


Fig. 4a

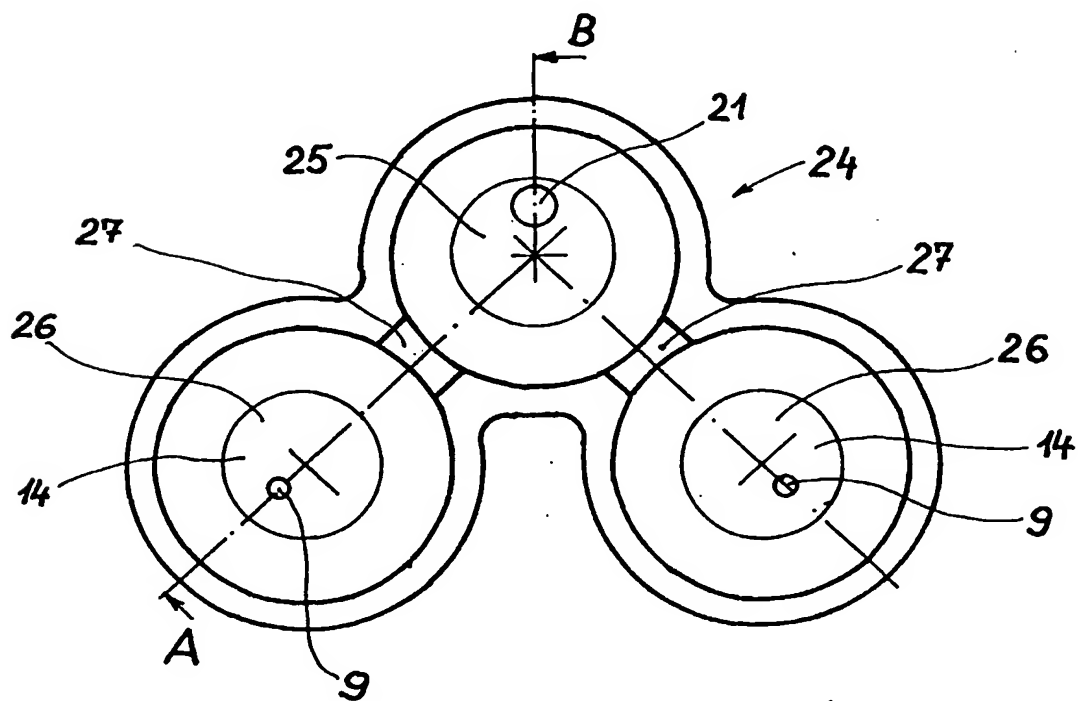


Fig. 4b

